Fisiologia. — *La perspirazione cutanea in alta montagna* [1]. Nota del dott. Gaetano Viale, presentata dal Socio Pio Foà.

Fondandosi su la legge fisica dell'aumento dell'evaporazione, quando la pressione barometrica diminuisce, alcuni autori affermarono, senz'altro, che in alta montagna la perspirazione cutanea dev'essere maggiore; e questa opinione trovò un appoggio negli esperimenti di Regnard (*Cure d'altitude*, 1897) il quale, mantenendo animali a lungo sotto alla campana pneumatica, constatò una maggior perdita di acqua nell'aria rarefatta.

Se non che Mosso (*L'uomo sulle Alpi*, III ed., Milano, 1909, pag. 393); Zuntz, Loewi, Müller, Caspari (*Höhenklima und Bergwanderungen*, Berlin, 1906, pag. 378); Guillemard e Moog, [Compt. rend. Soc. Biol. 1907, pp. 819 e 874; Compt. rend. Acad. d. Sciences, Paris, *148*, pag. 1624 (1909)], ed altri, trovarono invece una minor perdita d'acqua nell'aria rarefatta. Il metodo da loro generalmente usato è stato quello della variazione in peso dell'organismo, col quale misurarono complessivamente l'acqua eliminata per la cute e quella per i polmoni. Guillemard e Moog, [Compt. rend. Acad. d. Sciences, Paris, *145*, 823, an. 1907], cercarono di ricavare separatamente le due quantità; e trovarono che, mentre in montagna cresce l'acqua emessa per i polmoni, diminuisce molto l'acqua emessa per la cute. Siccome tutti questi autori non sperimentarono nelle stesse condizioni di temperatura al piano e in montagna, così essi non poterono attribuire la minor perdita d'acqua in montagna alla altitudine, ma tutt'al più alla bassa temperatura che induce vasocostrizione cutanea e toglie ogni attività alle ghiandole sudoripare.

Kalmann, [Pflüger's Arch., *112*, 561 (1906)], da ricerche dirette, concluse che l'altitudine fa diminuire l'evaporazione cutanea, e suppose che per la regolazione dell'equilibrio termico in media montagna fosse necessaria una minore attività perspiratoria della cute.

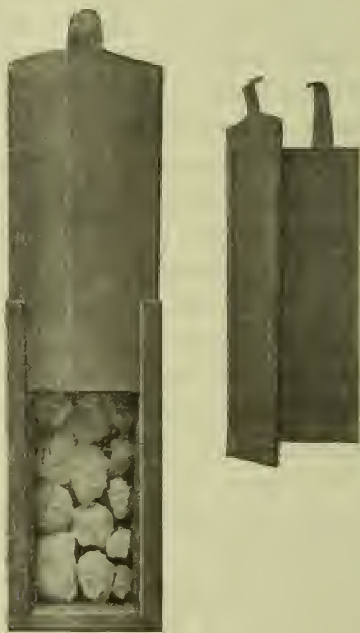
O. Cohnheim e i suoi collaboratori [Zeit. f. physiol. Chemie, *63*, 413 (1909) e *78*, 62 (1912)], contrariamente agli altri, trovano in pianura una minor eliminazione di acqua. Poichè determinarono la perdita in peso che avveniva durante la notte sotto le coltri, essi sperimentarono quasi nelle stesse temperature in montagna e in pianura [2].

(1) Ricerche eseguite per consiglio e sotto la direzione del prof. Gino Galeotti, nel Laboratorio scientifico «A. Mosso» sul Monte Rosa (dirett. prof. A. Aggazzotti).

(2) Un errore di questi esperimenti è stato quello di aver considerato la perdita in peso dell'organismo come perdita di acqua, trascurando l'emissione dell'anidride carbonica che pur è rilevante, tanto più che l'emissione di questo gas è maggiore in alta montagna che non al piano.

Ultimamente, Galeotti e Signorelli [Bioch. Zeitschr., *41*, 268 (1912)] stabilirono un bilancio completo dell'acqua determinando l'acqua introdotta, quella eliminata con le feci e con l'urina, con l'aria espirata, e con la cute. Essi conclusero che si perde minor acqua per la cute nel soggiorno in alta montagna; e giustamente riportarono ciò alla differenza della temperatura e non già alla rarefazione dell'aria. Dai loro valori, se pure in via generale si poteva dire che in montagna si perdeva meno acqua, non si poteva però senz'altro dire, che nell'unità di tempo, da una determinata superficie cutanea si perspirasse meno.

E così mi è sombrato opportuno di trattare sperimentalmente, in modo diretto, il problema.



Metodo. — Per le mie determinazioni servì un apparecchio semplice ed esatto, ideato dal prof. Galeotti (ved. figura). Consta di una cassetta metallica rettangolare, che si apre e chiude come uno *chassis* fotografico con un coperchio metallico scorrevole con attrito in una doccia. Nel fondo della cassetta sono attaccati, a guisa di mosaico, dei blocchetti di cloruro di calcio. Per fissarli, si adagiano in paraffina resa semifluida col calore: raffreddandosi e consolidandosi la paraffina, i blocchetti restano aderenti. Dopo aver ripetutamente scossa la scatola per far cadere ogni traccia di polvere dal cloruro di calcio, la cassetta chiusa viene pesata. Tolto poi il coperchio, la scatola prontamente si applica su la cute, si stringe con una cinghia, si lascia un tempo determinato: trascorso il quale, prontamente si chiude e si ripesa.

L'aumento in peso esprime la quantità di vapor acqueo esalato dalla superficie cutanea esplorata. Poichè è nota l'estensione di essa così si può calcolare la quantità di acqua perspirata nell'unità di tempo dall'unità di superficie. Si tien conto dell'umidità dell'aria (¹) e della temperatura ambiente.

L'apparecchio può applicarsi in qualsiasi parte del corpo, purchè la pelle lo chiuda perfettamente: ma per il confronto tra la perspirazione in montagna e quella in pianura, preferii utilizzar sempre la superficie anteriore dell'avambraccio.

La prima serie di determinazioni è stata fatta al colle d'Olen (m. 2900 s. m.), e la seconda serie a Torino (m. 250 s. m.). Le cifre, nei ragguagli delle tabelle, si riferiscono all'acqua perspirata da 1 dm^2 di cute in 10′, e sono espresse in milligrammi.

Determinazioni al colle d'Olen.

Data 1913	Temperatura	Grado igrometrico	H_2O da 1 dm^2 in 10′ mg.	
22 - VII	8°	—	23.6	Esperimenti su G. V.
25 "	10	70	28.1	
26 "	9	80	23.7	
27 "	10,5′	80	27	
	10,5	80	22.7	
28 "	9	87	24.8	
29 "	13	95	18.9	
	9,5	87	20.2	
31 "	9	75	27	
1 - VIII	8	80	18.9	
	11	80	20.2	
2 "	10	90	24.3	
4 "	11	80	23	
	9,5	80	19.4	
	14	80	28.3	
5 "	9	70	25.1	
31 - VII	10	75	24.3	Su A. A.
1 - VIII	11	80	21.1	
5 "	10	70	22.8	

(¹) Applicata la cassetta, la zona di cute in esperimento perspira in un'aria resa secca dalla presenza di cloruro di calcio. Per cui nelle mie misure l'igrometria non ha una grande importanza: ma noi non sappiamo quale ripercussione possa avere lo stato di tutto l'organismo su la zona limitata di cute che si esplora.

Da questa tabella si rileva:

1) Al colle d'Olen, alla temperatura media di 10° (grado igrometrico 75-80) da 1 dm² di cute, in 10', si perspirano mgr. 23 di acqua in media. Calcolando la superficie del corpo come m² 1.6, secondo Vierordt, in 24ʰ, da tutto il corpo un uomo di statura media perspira gr. 536 di acqua [1]. Galeotti (loc. cit.), calcolando la perdita d'acqua dalla cute, durante il decorso d'una giornata, trovò all'Olen, alla temperatura media di 11°, gr. 473-671, valori concordanti pienamente col mio.

2) Nel breve àmbito delle temperature esperimentate, tra 8° e 14°, si riscontrò un rapporto approssimativo tra temperatura e quantità d'acqua perspirata.

3) Comparando poi i valori dell'acqua col grado igrometrico, oscillando la temperatura tra 9° e 10°, si constatò, col crescere dell'umidità dell'aria, una diminuzione nel vapor acqueo esalato.

Per cui la maggior temperatura agirebbe in modo contrario alla maggior umidità. In ciò i miei valori concordano con quelli di Rubner [*Arch. f. Hygiene, 11*, 137 (1890)], di Wolpert [*Arch. f. Hygiene*, *41*, 30 (1901)], e di altri.

Determinazioni a Torino.

Data 1913	Temperatura	Grado igrometrico	H_2O da 1 dm² in 10' mg.	
7 - XI	10°	75	14.5	Su G. V.
8 "	10	78	14.3	
9 "	13	69	14.8	
	10	88	12.8	
10 "	14,8	82	16.6	
12 "	14	76	17.2	
13 "	17	70	17.3	
	9	77	12.9	
14 "	16	72	13.4	
15 "	16	80	16	
12 "	16	76	13	Su A. A.
14 "	17	72	12	

(¹) Questa cifra va accolta con riserva, giacchè non si può senz'altro ammettere che tutte le parti del corpo, anche senza secrezione di sudore, eliminino, per perspirazione, eguali quantità di acqua.

Dai valori ottenuti a Torino, ricaviamo le stesse conclusioni circa al rapporto tra perspirazione del vapor acqueo e temperatura e grado igrometrico.

Da 1 dm^2 di cute, in 10', a Torino, alla temperatura media di 10° (grado igrometrico tra 75 e 80), si esalano in media mg. 14 di acqua; cioè nelle 24^h, calcolando la superficie di tutto il corpo m.^{2} 1,6, gr. 322 di acqua.

Riesce utile il paragone dei miei valori con quelli già noti: Röhrig [*Physiologie der Haut*, 1876] trovò, in condizioni medie di temperatura, per tutto il giorno, gr. 660; Schierbeck [Arch. f. Hygiene, *16*, 203, 1893] a 18°, gr. 317, e [Arch. f. (Anat. u.) Physiol., 1893, pag. 116) a 29°,8, gr. 532; Nutall [Arch. f. Hygiene, 23, 184, 1895] a 28°,8 gr. 304; Wolpert [loc. cit.] un valore simile a quello di Röhrig; Willebrand [Skandin. Arch., 13, 337, 1902] a 12° trovò gr. 252, a 16° gr. 366, a 17°,2 gr. 396; Osborne [Journ. of Physiol., 41, 345, 1910] trovò a 17°,3, gr. 748; Kalmann [loc. cit.] a 15°-16° gr. 821 in media; Galeotti e Signorelli [loc. cit.] trovarono a Napoli, alla temperatura media di 18°-20°, per G., gr. 946-1690, per S. gr. 719-1079.

Le cifre riferite superano, in generale, il valore da me trovato: ciò dipende dalla maggior temperatura a cui si esperimentò: invece, nell'àmbito delle temperature a cui sperimentai io, si trovano valori più concordanti col mio e col valore di Schierbeck a 18°. Dalle mie determinazioni a 17° si calcola un'emissione di gr. 398: cifra che pienamente concorda con quella ottenuta da Willebrand a 17°,8 (cioè gr. 396).

I miei valorl sono poi molto uniformi, perchè col metodo del prof. Galeotti misurai solo la fase gassosa (insensibile) della traspirazione cutanea; mentre invece gli sbalzi grandi tra giorno e giorno, quali si vedono nelle cifre di Galeotti e Signorelli, sono da riportarsi all'attività saltuaria della funzione sudoripara.

Più interessante appare il confronto dei valori ottenuti al colle d'Olen con quelli ottenuti a Torino. Resulta che in alta montagna l'eliminazione cutanea dell'acqua è maggiore che non in pianura.

Per render conto della divergenza di questo resultamento da quello di altri autori citati in principio, giova pensare:

1) che Mosso, Zuntz, Galeotti e Signorelli non sperimentarono alle stesse temperature, e che la differenza da loro riscontrata nell'eliminazione dell'acqua si deve riportare non all'altitudine, ma alla temperatnra. Io infatti — e in parte pur Cohnheim — esperimentando alla stessa temperatura tanto su le Alpi quanto al piano, ho riscontrato una maggior perdita d'acqua nell'aria rarefatta. Anche recentemente Aggazzotti [Arch. f. Entwickmech, *36*, 633, 1913] trovò che la perdita d'acqua delle uova di gallina in via di sviluppo è maggiore in montagna che non in pianura: per necessità sperimen-

tali le uova si trovavano alla stessa temperatura ambiente dell'incubatrice nei due luoghi;

2) che io ho sempre sperimentato a temperature piuttosto basse, intorno a 10°, quando cioè si poteva supporre che le ghiandole sudoripare fossero inattive, per cui determinai la sola fase gassosa (insensibile) della eliminazione dell'acqua. È appunto noto che la temperatura critica per il funzionamento delle ghiandole del sudore è 33° (cfr. Schierbeck, loc. cit).. In ricerche che durano un'intera giornata, vi sono, nelle condizioni climatiche della pianura, più occasioni a sudare: per cui la perdita dell'acqua diventa grande e anche maggiore che non nell'aria rarefatta, ma per un altro meccanismo che non è quello della perspirazione insensibile;

3) che è difficile di avere le stesse condizioni igrometriche alla montagna e al piano, in esperienze che occupano un giorno intero: invece nelle mie determinazioni, che durano pochi minuti, è in certo qual modo possibile la riproduzione, al piano, del clima alpino;

4) che, pur ammettendo che la perdita complessiva dell'acqua sia minore nell'aria rarefatta, potrebbe darsi che, anche eliminandone in maggior copia dalla cute, se ne eliminasse molto meno per i polmoni. Ulteriori studî delucideranno questo punto. Galeotti [Bioch. Zeitschr., *46,* 173, 1912] trovò intanto come — essendo la temperatura più bassa — diminuisca l'eliminazione del vapor d'acqua dai polmoni. Le ricerche dirette esegnite da Galeotti e Signorelli (loc. cit.) in montagna, non hanno dato ancora resultati conclusivi.

La maggior perspirazione cutanea dell'acqua in alta montagna si può interpretare con due diversi meccanesimi.

Se si ammettesse con Schwenkenbecher [Med. klin. Jahrg., *4*, 889, 1908] e con Luciani [*Fisiologia dell'uomo* II, pag. 543], che la perspirazione fosse un fenomeno biologico dovuto all'attività delle ghiandole sudoripare, allora si potrebbe ammettere che in alta montagna, come altre funzioni, anche quella delle ghiandole sudoripare venisse esaltata. Sennonchè, questo esaltamento non venne riscontrato in misure dirette da Viale [Rend. Accad. dei Lincei, *22*, 180, 1913].

Se invece si ammette che *perspiratio insensibilis* e *sensibilis* non sieno due gradi di uno stesso processo, ma due distinti fenomeni con un proprio determinismo, e se si ammette che la *perspiratio insensibilis* avvenga per pura legge fisica di evaporazione attraverso la pelle che è sicuramente permeabile all'acqua, allora il fatto da me riscontrato ha una facile e semplice interpretazione: cioè dipende dalla diminuita pressione atmosferica.

Poichè in alta montagna la *perspiratio insensibilis* è aumentata, mentre invece la funzionalità delle ghiandole sudoripare si trova inibita dal freddo, si è in certo modo propensi a considerare la *perspiratio sensibilis* e la *insensibilis* come due ordini di fenomeni indipendenti.

Ci portiamo così nell'àmbito delle idee di Willebrand [loc. cit.] e di Loewy e Wechselmann [Virchow's Arch., *206*, 79, 1911].

Il fattore principale che determina la maggior perspirazione in alta montagna è dunque la rarefazione dell'aria, che, oltre che per un meccanismo fisico, agisce anche per un meccanismo biologico determinando vasodilatazione periferica nell'organismo. Tra le cause che possono modificare infatti l'eliminazione cutanea dell'acqua, sta pure l'irrorazione sanguigna: cfr. Jansen [Deutsch. Arch. f. klin. Mediz., *23*, 314, 1883].

Una certa influenza può anche avere l'acclimatazione al freddo; per cui, a parità di temperatura, l'impressione di freddo e la vasocostrizione è maggiore al piano che non in montagna: questo fattore diminuisce i valori della perspirazione cutanea.

Le *conclusioni* di questi miei esperimenti si posson così riassumere:

1°) La *perspiratio insensibilis* di 1 dm^2 di cute (avambraccio), calcolata in milligrammi di acqua in 10′, e alla temperatura media di 10°, è a Torino, mgr. 14; al colle d'Olen, mgr. 23.

2°) Ponendo per ora l'ipotesi che la perspirazione sia presso a poco eguale per la cute delle diverse parti del corpo, la perdita totale di acqua per la via della pelle (senza sudorazione), alla temperatura di 10° sarebbe: a Torino, gr. 322; al Colle d'Olen, gr. 536.

Questi valori concordano con quelli di altri autori che esperimentarono in eguali condizioni e alla stessa temperatura.

3°) Il fatto principale che determina la maggior prespirazione cutanea in alta montagna deve essere la rarefazione dell'aria, che agisce per un meccanismo fisico, poichè la cute è certamente permeabile all'acqua; e per un meccanismo biologico, producendo vasodilatazione periferica nell'organismo.

4°) La quantità d'acqua eliminata dalla cute colla *perspiratio insensibilis* cresce con la temperatura dell'ambiente, e diminuisce con l'aumentare del grado igrometrico dell'aria.

Zoologia. — *Le divisioni dei nuclei in Haplosporidium limnodrili.* Nota di Leopoldo Granata, presentata dal Socio B. Grassi.

Zoologia. — *L'apparato reticolare interno di Golgi nelle cellule nervose dei crostacei.* Nota del prof. Rina Monti, presentata dal Socio B. Grassi.

Queste Note saranno pubblicate in un prossimo fascicolo.

MEMORIE DA SOTTOPORSI AL GIUDIZIO DI COMMISSIONI

Lincio G., *Rocce e minerali del Monte Colmine ed adiacenze*. Presentata dal Socio Viola.

Cotronei M., *Sul tubo digerente del Linculus*. Pres. dal Socio Grassi.

Bargagli Petrucci G.. *Sull'origine biologica della Terra di Siena* (*Terre gialle e bolari del Monte Amiata*). Pres. dal Corrispondente Baccarini.

RELAZIONI DI COMMISSIONI

Il Socio Strüver, relatore, a nome anche del Corrisp. Millosevich F., legge una relazione sulla Memoria del dott. E. Grill, avente per titolo: *I minerali dell'isola di Nisiro* (*Mar Egeo*), concludendo col proporre la inserzione del lavoro nei volumi accademici.

Eguale proposta fa il Corrisp. Millosevich F., relatore, a nome anche del Socio Strüver, per la Memoria del dott. A. Rosati, intitolata: *Studio cristallografico della Maucherite e della Placodina*.

Le conclusioni delle Commissioni esaminatrici sopra nominate, messe ai voti dal Presidente, sono approvate dalla Classe, salvo le consuete riserve.

PERSONALE ACCADEMICO

Il Socio De Stefani legge una Commemorazione del Corrispondente prof. Igino Cocchi.

Questa Commemorazione sarà pubblicata in un prossimo fascicolo.

Il Presidente comunica i ringraziamenti inviati dal prof. I. Fredholm all'Accademia, per la sua recente nomina a Socio straniero.

PRESENTAZIONE DI LIBRI

Il Segretario Millosevich presenta le pubblicazioni giunte in dono, segnalando quelle del Socio Taramelli, dei Corrispondenti Pascal e Silvestri, e dei Soci stranieri Lacroix e Picard; fa inoltre particolare men-